

Perfil antropométrico de jóvenes triatletas y su asociación con variables de rendimiento

Alberto Ferriz-Valero¹, José M. Martínez-Sanz², José Fernández-Sáez³, Sergio Sellés-Pérez¹, Roberto Cejuela-Anta¹

¹Departamento Didáctica General y Didácticas Específicas. Universidad de Alicante. ²Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad de Alicante. ³Unidad de apoyo a la investigación Tierras del Ebro. Fundación Instituto Universitario para la investigación a la Atención Primaria de Salud Jordi Gol i Gurina. Tortosa. Tarragona.

Recibido: 22/08/2019

Aceptado: 17/10/2019

Resumen

La diferente naturaleza de cada disciplina en triatlón dificulta el consenso en relación a los factores antropométricos óptimos para un alto rendimiento global, especialmente en jóvenes. Por eso, el objetivo fue analizar la correlación de los factores cineantropométricos con el rendimiento observado en los diferentes test. Triatletas infantiles y cadetes (44 masculinos y 20 femeninos) fueron sometidos a una medición antropométrica completa, así como a la evaluación del rendimiento (100 m y 400 m en natación, potencia crítica en ciclismo y 1.000 m en carrera). Las variables fueron sometidas a una prueba de normalidad (Shapiro-Wilk) y un análisis correlacional (coeficiente de correlación de Spearman). Los resultados muestran que tanto en el test de 100 m como en el de 400 m, las medidas corporales básicas, los diámetros Biacromial y Biileocrestal, así como los perímetros del brazo, muslo y tórax (perímetros sólo en chicas) tienen las correlaciones más altas con el rendimiento. En el test de ciclismo se observa una correlación moderadamente significativa y negativa ($p = -0,556$) entre el pliegue de la pierna y la potencia crítica relativa sólo en chicas. Finalmente, el test de carrera a pie correlacionó negativamente con el porcentaje de masa grasa en ambos sexos (Chicos: $p = -0,323$; chicas: $p = -0,646$). Estos resultados indican que se deberían tener en cuenta, especialmente, la estatura y la envergadura en el rendimiento en natación, así como el tejido graso en el rendimiento de carrera, especialmente en chicas, por aquellos profesionales que intervienen en el proceso de desarrollo y selección de talento en jóvenes triatletas.

Palabras clave:

Antropometría. Triatlón. Talento. Crecimiento. Maduración.

Anthropometric profile of young triathletes and their association with variables of performance

Summary

The different nature of each discipline in triathlon makes consensus difficult for optimal anthropometric factors for a high global performance, especially in young people. The aim was to analyse the correlation of the cineanthropometric factors with the performance observed in the different test. Young triathletes (44 male and 20 female) were subjected to a full anthropometric measurement as well as to the performance assessment (100 m and 400 m in swimming, cycling critical power and 1000 m run). Variables were subject to a normal test (Shapiro-Wilk) and correlational analysis (coefficient of Spearman). The results show that both in the 100 m and 400 m test, basic body measures, Biacromial and Biileocrestal diameters, as well as arm perimeters, thigh and chest (perimeters only in girls) have the highest correlations with performance. The cycling test shows a moderately significant and negative correlation ($p = .556$) between the leg fold and the relative critical power only in girls. Finally, run correlated negative to the percentage of fat mass in both sexes (boys: $p = -.323$; girls: $p = -.646$). Results indicate that arm span and height should be taken into account in swimming performance, as well as the fat tissue in career performance, especially in girls by professionals involved in the development process and selection of talent in young triathletes.

Key words:

Anthropometry. Triathlon. Talent. Growth. Maturation.

Correspondencia: Alberto Ferriz Valero

E-mail: alberto.ferriz@ua.es

Introducción

El triatlón es un deporte combinado y de resistencia en el que suceden sin que se detenga el cronómetro las modalidades de natación, ciclismo y carrera a pie. Numerosos estudios han demostrado como, además de aspectos fisiológicos como la economía de movimiento o el VO_2max ^{1,2}, los factores antropométricos condicionan el rendimiento en este deporte³. La diferente naturaleza de cada disciplina que compone el triatlón dificulta el consenso a la hora de extraer conclusiones sólidas en relación a los factores antropométricos óptimos para un alto rendimiento global, ya que estos factores antropométricos no afectarán de igual manera en los tres segmentos⁴. Si analizamos el somatotipo específico de nadadores, ciclistas y corredores encontramos valores disímiles⁵⁻⁷; difíciles de extrapolar al somatotipo específico óptimo del triatleta.

Generalmente, una alta estatura se ha relacionado con el rendimiento en triatlón en adultos, ya que tanto una mayor longitud de los miembros inferiores facilita el rendimiento en carrera⁸ como una mayor longitud de miembros superiores facilita el rendimiento en natación^{9,10}. Además, parece que los triatletas tienen un menor tamaño que los nadadores, más parecido a la de corredores y ciclistas en ruta³.

La masa corporal también es un factor destacado a tener en cuenta en los deportes de resistencia, principalmente en aquellas disciplinas en las que el deportista debe transportar su peso corporal¹¹.

Landers *et al.*,⁹ observaron que los triatletas absolutos tuvieron un rendimiento significativamente mayor que los triatletas Junior, comprobando que una reducción de masa grasa era la característica más relacionada con el éxito global en la prueba. La longitud de los segmentos corporales también mostró importancia en el rendimiento, sobre todo en la natación.

Canda *et al.*,³ determinaron el perfil antropométrico completo del triatleta y encontraron que en categoría masculina los triatletas Juniors tenían menos masa corporal, menos talla y talla sentado que los triatletas seniors. Además, los y las triatletas Juniors presentaban mayor porcentaje de grasa y valores de endomorfia que los Seniors. Por otro lado, cuando compararon según el nivel de rendimiento, en chicos, tan sólo observaron diferencias en el pliegue del muslo anterior, siendo menor para los triatletas categorizados como nivel 1. En cambio, en las triatletas categorizadas como nivel 1, observaron menor porcentaje de grasa, valores más bajos de endomorfia y mayor porcentaje muscular.

En concordancia con lo anterior, Pion *et al.*,⁷ tras evaluar un programa de orientación deportiva en Bélgica, observaron como el factor que, en mayor medida, diferenciaba a los triatletas de los otros deportes era el porcentaje de grasa corporal y el rendimiento en la prueba de resistencia.

A diferencia de hace unos años, ahora hay más triatletas formados desde edades tempranas y, por ende, existen cambios en su morfología corporal⁴. Por este motivo, el objetivo del estudio fue analizar en qué medida se correlacionan los factores cineantropométricos con el rendimiento observado en los test de cada una de las disciplinas que compone un triatlón en jóvenes triatletas.

Método

Participantes

Un total de 64 triatletas infantiles y cadetes (44 masculinos y 20 femeninas) participaron en la investigación. Los triatletas que formaron parte de esta investigación entrenan un total de entre 6-10 horas a la semana, repartidas a *grosso modo* en 2-3 horas de natación, 1-2 horas de carrera a pie y 2-3 horas de ciclismo. Todos los triatletas debían cumplir los siguientes criterios de inclusión: (uno) poseer entre 2 y 4 años de experiencia en triatlón, (dos) disponer de club y entrenador responsable de sus entrenamientos y (tres) realizar todas las pruebas de rendimiento y puntuar por encima de 8,5 en la escala de Borg. Todos los participantes y/o tutores legales firmaron el consentimiento informado (declaración de Helsinki de 1978 revisada en 2008) y fueron informadas de los beneficios, de los riesgos y del objetivo del estudio cuyo protocolo ha sido previamente aprobado por el Comité de Ética de la Universidad de Alicante (UA-2016-06-0).

Procedimiento e instrumentos

Por un lado, se realizó la valoración antropométrica siguiendo los estándares internacionales de la ISAK¹². La recogida de datos fue realizada por un antropometrista ISAK nivel II, teniendo en cuenta el error técnico de medición intraobservador indicado en 2019 (5% para pliegues y 1% para el resto de medidas). Como material antropométrico homologado y calibrado se utilizó: tallímetro de pared (precisión, 1 mm); báscula Tanita (precisión, 100 g); cinta métrica Rosscof metálica, estrecha e inextensible (precisión, 1 mm); paquímetro de diámetros óseos pequeños Holtain (precisión, 1 mm); plicómetro Holtain (precisión, 0,2 mm). Se recogieron medidas básicas, pliegues cutáneos, perímetros y diámetros óseos. De la medición de estas variables se deriva el cálculo de la masa grasa¹³, la masa ósea¹⁴ y la masa muscular¹⁵, siguiendo las especificaciones para niños, niñas y adolescentes. Para el cálculo del somatotipo, se determinó el somatotipo medio, siguiendo el método de Heath-Carter y su clasificación según las categorías somatotípicas de Duquet y Carter¹⁶.

A continuación, se llevaron a cabo varios test de rendimiento en cada segmento. Las pruebas de natación y carrera se llevaron a cabo a lo largo de un mismo día, esto es, por la mañana se realizó la valoración antropométrica seguida del test de natación (9:00h). Por la tarde, se aplicó el test de carrera a pie (18:00h). Todos los triatletas realizaron el mismo calentamiento tanto en natación como en carrera. El día siguiente se realizó una sesión de familiarización en el velódromo antes de la evaluación del test de ciclismo. A la finalización de cada test, se solicitaba al deportistas la valoración de su esfuerzo percibido de forma individual y confidencial^{17,18}, con el fin de asegurar la evaluación de la máxima capacidad de cada prueba.

Test de Natación. Las pruebas de natación consistieron en un test de 100 metros seguido de otro de 400 metros a estilo libre^{19,20}, desde abajo, tocando la pared, en piscina cubierta climatizada, de 25 metros de longitud.

Test de ciclismo 3 min all-out. El test de ciclismo se llevó a cabo en un velódromo. El test se ejecutó entre las 9-11h de la mañana. Todos los triatletas realizaron el mismo calentamiento (adaptado de

Burnley *et al.*)²¹. La recogida de datos de potencia se llevó a cabo con un medidor de potencia (Powertap G3, precisión $\pm 1,5\%$) en la rueda trasera (Zipp 404 carbon) y un ciclocomputador (Garmin Edge 810). Para la inclusión en el análisis de los datos relacionados con el test de ciclismo, los datos debían reflejar un perfil reproducible de potencia y alcanzar el Pico máximo de potencia antes de los 5 primeros segundos del inicio del test^{21,22}. Para la importación de los datos a una hoja de cálculo (Microsoft Excel 2016) se utilizó el software libre Golden Cheetah para MAC OS X (V. 3.4).

Test de carrera a pie. Se llevó a cabo el test de carrera a pie de 1.000 metros²³ en una pista de atletismo de material sintético de 400 m de cuerda.

Análisis estadístico

Las variables dependientes fueron sometidas a una prueba de normalidad (Shapiro-Wilk). Se calculó el coeficiente de correlación de Spearman. El nivel de significación fue establecido en 0,05 en todos los casos. El análisis estadístico de los datos se llevó a cabo con el software SPSS® (Statistics Package for the Social Sciences) de IBM® en su versión 24 para MAC y con Microsoft Excel® para MAC en su versión 2016.

Resultados

Características de la muestra

La Tabla 1 describe las características de la muestra en todas las variables analizadas, separadas por triatletas masculinos y femeninos.

Test de natación 100 metros (Nat100)

En primer lugar, la frecuencia de ciclo -FC- no obtuvo correlaciones significativas con ninguna variable en ningún sexo. En segundo lugar, la longitud de ciclo -LC- y la velocidad media -VM- tienen las correlaciones positivas más altas con las medidas básicas (talla, envergadura, etc.) y con los pliegues bicipital y pierna en chicos. En chicas, la mayor correlación positiva es la observada en el diámetro de la muñeca y del tórax. En ambos sexos, hay correlación positiva entre los diámetros biacromial y biiliocrestal con la velocidad de nado.

Test de natación 400 metros (Nat400)

La FC mostrada durante el test no presenta correlaciones destacables con ninguna de las variables antropométricas en ningún sexo. En cambio, igual que los valores observados en el test de 100 m, LC y VM se correlacionan positivamente de forma moderada con las medidas básicas (estatura, talla sentado, envergadura y masa corporal), en este caso sólo en chicos. En triatletas masculinos se observa que aquéllos que presentan menor pliegue bicipital, muslo, pierna, sumatorio de 8 pliegues y porcentaje masa grasa, nadan más rápido el test de 400 m. Tan sólo en chicas, se observan correlaciones positivas moderadas entre el diámetro de muñeca, masa ósea, diámetro biacromial y biiliocrestal. De igual modo que en el test de 100 m para féminas, aparecen los mayores valores de correlación positiva para los perímetros del brazo, pierna y tórax y la LC y VM.

Tabla 1. Características de los participantes (Media \pm desviación estándar).

	Masc (N=44)	Fem (N=20)	Total (N=64)
Edad (años)	14,5 \pm 1,5	14,7 \pm 1,3	14,6 \pm 1,4
Estatura (m)	167,4 \pm 10,5	162,0 \pm 6,4	165,0 \pm 9,2
Talla sentado (m)	85,9 \pm 6,3	82,8 \pm 5,0	84,8 \pm 6,0
Envergadura (m)	169,6 \pm 10,8	162,6 \pm 6,4	166,5 \pm 9,7
Masa corporal (kg)	56,8 \pm 9,4	51,6 \pm 6,8	54,5 \pm 8,7
Talla piernas (m)	81,6 \pm 6,3	78,4 \pm 3,9	80,5 \pm 5,7
Subescapular (mm)	6,9 \pm 2,6	8,6 \pm 2,8	7,6 \pm 2,8
Tricipital (mm)	7,7 \pm 4,7	11,8 \pm 3,4	9,3 \pm 4,7
Bicipital (mm)	4,1 \pm 3,6	6,6 \pm 2,1	5,1 \pm 3,3
Cresta ilíaca (mm)	10,6 \pm 5,9	12,7 \pm 5,0	11,4 \pm 5,6
Supraespal (mm)	7,2 \pm 4,4	8,8 \pm 4,1	7,8 \pm 4,3
Abdominal (mm)	10,8 \pm 6,8	14,1 \pm 6,0	12,1 \pm 6,6
Muslo (mm)	12,5 \pm 7,4	20,2 \pm 4,4	15,5 \pm 7,4
Pierna (mm)	8,3 \pm 6,2	12,5 \pm 4,1	9,9 \pm 5,8
Σ 8 pliegues (mm)	63,9 \pm 42,1	76,6 \pm 44,3	69,3 \pm 43,1
Brazo relajado (mm)	27,4 \pm 2,8	24,4 \pm 1,9	26,2 \pm 2,9
Brazo contraído (mm)	29,2 \pm 2,8	24,9 \pm 1,7	27,5 \pm 3,2
Muslo máximo (mm)	49,0 \pm 3,6	46,6 \pm 2,8	48,3 \pm 3,5
Pierna máximo (mm)	34,8 \pm 2,2	32,9 \pm 2,1	34,1 \pm 2,3
Tórax (mm)	85,5 \pm 6,7	77,8 \pm 6,5	83,0 \pm 7,5
Muñeca (cm)	5,4 \pm 0,3	4,9 \pm 0,2	5,2 \pm 0,3
Humero (cm)	6,8 \pm 0,3	6,0 \pm 0,2	6,5 \pm 0,4
Fémur (cm)	9,3 \pm 0,5	8,6 \pm 0,3	9,0 \pm 0,6
Biacromial (cm)	36,4 \pm 2,8	34,7 \pm 2,0	35,7 \pm 2,6
Biiliocrestal (cm)	25,9 \pm 2,0	25,0 \pm 1,6	25,5 \pm 1,9
Endomorfia	2,5 \pm 1,1	3,0 \pm 1,0	2,7 \pm 1,1
Mesomorfia	4,2 \pm 1,0	3,0 \pm 0,6	3,6 \pm 0,8
Ectomorfia	3,2 \pm 0,9	3,6 \pm 0,6	3,4 \pm 0,8
Masa Grasa (kg)	9,1 \pm 4,3	10,2 \pm 3,3	9,6 \pm 3,8
% Masa Grasa	14,6 \pm 5,2	19,6 \pm 4,5	17,1 \pm 4,9
Masa muscular esquelética (kg)	32,9 \pm 4,1	19,7 \pm 6,4	26,3 \pm 5,3
% Masa muscular esquelética	54,5 \pm 2,0	38,2 \pm 10,5	46,4 \pm 6,2
Masa ósea (kg)	10,9 \pm 1,4	8,8 \pm 0,8	9,8 \pm 1,1
% Masa ósea	18,1 \pm 1,5	17,2 \pm 4,1	17,6 \pm 2,8
Nat100 FC (ciclos por minuto)	45,2 \pm 6,1	41,4 \pm 5,0	43,6 \pm 6,0
Nat100 LC (cm x brazada)	55,9 \pm 10,8	57,8 \pm 9,2	56,7 \pm 10,1
Nat100 VM (m·s ⁻¹)	1,3 \pm 0,2	1,2 \pm 0,1	1,3 \pm 0,2
Nat400 FC (ciclos por minuto)	37,3 \pm 4,4	33,7 \pm 4,3	35,7 \pm 4,7
Nat400 LC (cm x brazada)	55,6 \pm 10,5	60,4 \pm 31,0	57,8 \pm 22,4
Nat400 VM (m·s ⁻¹)	1,1 \pm 0,2	1,0 \pm 0,2	1,0 \pm 0,2
Cic 3 min all-out PC(W)	275,5 \pm 56,4	198,0 \pm 39,1	247,6 \pm 62,8
Cic 3 min all-out PCrel (W·Kg ⁻¹)	4,5 \pm 0,5	3,8 \pm 0,5	4,3 \pm 0,5
Run 1000 m VM (km·h ⁻¹)	18,5 \pm 1,7	15,8 \pm 1,6	17,3 \pm 2,1

Masc: masculino; Fem: femenino; FC: frecuencia de ciclo; LC: longitud de ciclo; VM: velocidad media; PC: potencia crítica; PCrel: potencia crítica relativa al peso.

Test de ciclismo 3 minutos all-out (Cic 3min all-out)

En triatletas femeninas, se destaca una correlación significativa moderada y negativa ($p = -0,556$) entre el pliegue de la pierna y la potencia crítica relativa al peso. En triatletas masculinos no se observó ninguna correlación significativa con la potencia crítica relativa al peso. En ambos sexos, se observan correlaciones moderadas entre la masa corporal y la potencia crítica absoluta, así como la talla sentado y la talla de las piernas en chicos, y la estatura, la envergadura, y la talla de piernas en chicas.

Test de carrera a pie (Run1000)

En chicos, se observa una correlación baja entre la talla sentado y la envergadura con el rendimiento en el test de carrera. Además, se muestra una significación baja y negativa entre el pliegue del muslo y gemelo, esto es, a mayor pliegue menor rendimiento. En chicas, el pliegue del gemelo correlaciona negativa y moderadamente con el rendimiento, además de los pliegues bicipital, tricipital y abdominal. Finalmente, el porcentaje de masa grasa correlaciona en ambos sexos, de forma más destacada en chicas (Tabla 2, Figura 1, Figura 2 y Figura 3).

Discusión

En primer lugar, en relación a las medidas básicas, la variable envergadura correlaciona positivamente con el rendimiento en ambos test de natación en jóvenes triatletas, de acuerdo con otros estudios^{9,10,24,25}. Además, la estatura parece ser más determinante en el rendimiento mostrado en el test de natación de 400 m, mientras que la longitud de

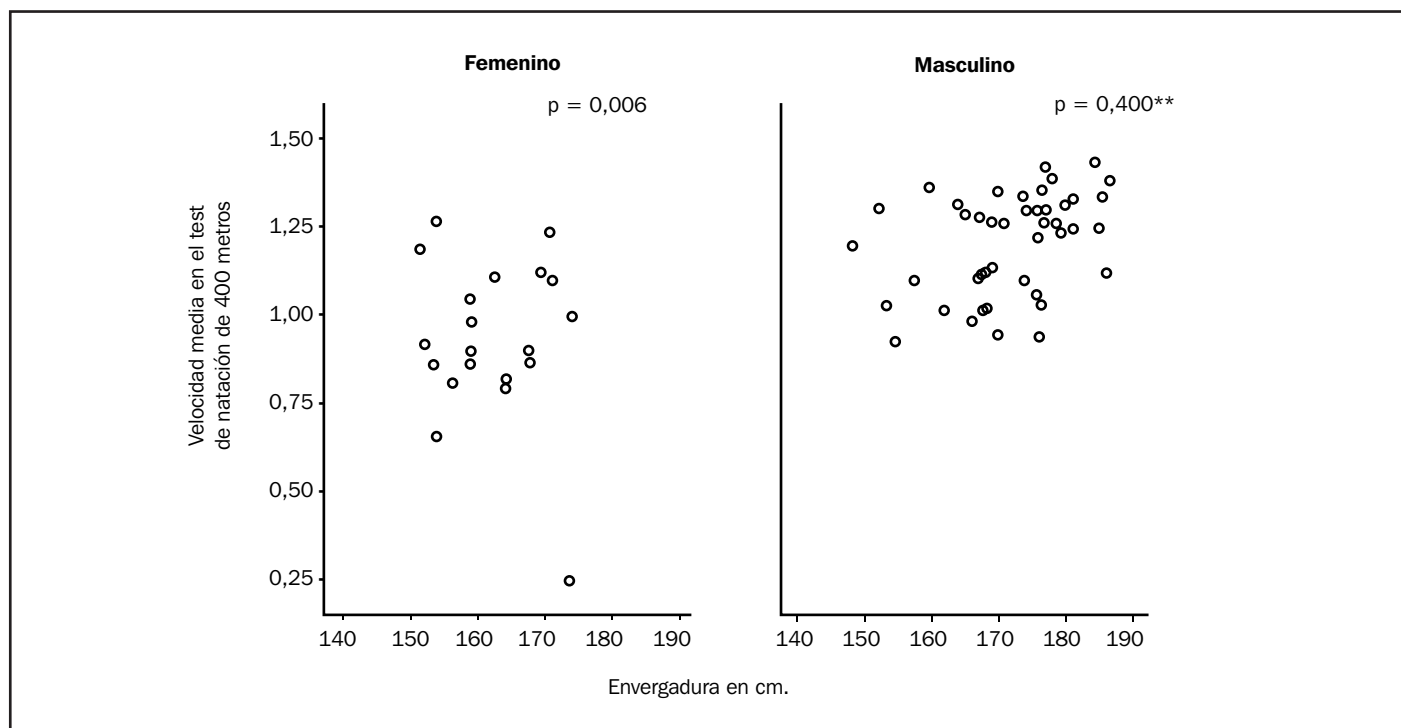
piernas parece estar más relacionada con el rendimiento en distancias más cortas en consonancia con otros estudios²⁶.

La estatura y la talla sentado es una medida de gran importancia para la valoración del estado madurativo del individuo como así lo marca la ecuación para la determinación del Pico Máximo de Crecimiento²⁷. Por eso, el crecimiento y la maduración podrían tener especial relevancia en el rendimiento mostrado en estas edades²⁸. Sin embargo, no se observa el mismo comportamiento en chicas. Teniendo en cuenta que éstas maduran generalmente dos años antes que los chicos, es posible que los resultados en chicas queden condicionados a que la gran mayoría se encontraba en fase o ya había pasado el Pico Máximo de Crecimiento²⁹. En línea con esto, Moreira *et al.*,¹⁰ destacaron diferencias en el rendimiento mostrado en la velocidad de nado en 25 m, después de 10 semanas de descanso, cuya diferencia atribuyen especialmente a los efectos del crecimiento.

En varones, el porcentaje de masa grasa se correlacionó negativamente con el rendimiento en ambos test de natación y en el test de carrera de acuerdo con otros estudios^{7,30}. Concretamente, el pliegue observado en el bíceps, muslo y sumatorio de 8 pliegues son los factores que más correlacionan con el rendimiento en ambos test de natación; mientras que el pliegue del muslo y la pierna correlacionan negativamente con el rendimiento mostrado en el test de 400 m de natación y 1.000 m de carrera a pie.

En el test de ciclismo, en varones no se observó correlación con la potencia crítica relativa al peso, estando estos resultados de acuerdo con el estudio de Landers *et al.*⁹. Estos autores no encontraron relación en su análisis factorial entre el factor que denominaron longitud segmentaria

Figura 1. Relación entre la envergadura del triatleta en cm y la velocidad media en el test de natación de 400 metros según sexo.



p: coeficiente de correlación de rangos de Spearman; ** $p < 0,01$.

Tabla 2. Correlación de Spearman entre las medidas antropométricas y los diferentes test de rendimiento.

	Test natación 100 m				Test natación 400 m				Test ciclismo				Test carrera	
	Masc		Fem		Masc		Fem		Masc		Fem		Masc	Fem
	LC	VM	LC	VM	LC	VM	LC	VM	PC	PC rel	PC	PC rel	VM	VM
Estatura (m)	0,497**	0,369**	0,219	0,250	0,382**	0,341**	0,379**	0,322*	0,339	-0,076	0,636*	-0,454	0,318*	-0,146
Talla sentado (m)	0,469**	0,541**	0,263	0,340	0,381**	0,498**	0,371*	0,418*	0,625**	0,276	0,357	-0,385	0,379**	0,199
Envergadura (m)	0,463**	0,436**	0,361**	0,414**	0,438**	0,400**	0,561**	0,006	0,332	-0,085	0,789**	-0,393	0,368**	-0,215
Masa corporal (kg)	0,503**	0,400**	0,290*	0,393**	0,443**	0,366**	0,526**	0,452**	0,611**	0,168	0,807**	-0,429	0,209	-0,079
Talla piernas (m)	0,331*	0,265*	0,384*	0,403*	0,272	0,267	0,510**	0,439*	0,585**	0,286	0,846**	-0,257	0,218	-0,231
Subescapular (mm)	-0,161	-0,231	0,107	0,229	-0,072	-0,266	0,274	0,242	-0,002	-0,299	0,715**	-0,161	-0,251	-0,300
Tricipital (mm)	-0,286	-0,150	0,035	0,015	-0,160	-0,203	0,122	0,038	0,434*	0,154	0,726**	-0,356	-0,168	-0,595**
Bicipital (mm)	-0,447**	-0,481**	0,045	0,109	-0,274	-0,536**	0,197	0,164	0,266	0,088	0,448	-0,305	-0,357*	-0,486*
Cresta ilíaca (mm)	-0,264	-0,161	0,243	0,373	-0,107	-0,185	0,520	0,376	0,053	0,024	0,549*	-0,542*	-0,059	-0,289
Supraespal (mm)	-0,340*	-0,269	0,024	0,206	-0,204	-0,290	0,360	0,221	0,292	0,070	0,760**	-0,231	-0,137	-0,315
Abdominal (mm)	-0,298	-0,245	0,206	0,254	-0,160	-0,223	0,372	0,237	0,406*	0,235	0,782**	-0,270	-0,236	-0,469*
Muslo (mm)	-0,378*	-0,344*	0,077	0,069	-0,243	-0,373*	0,264	0,096	0,432*	0,181	0,768**	-0,265	-0,363*	-0,192
Pierna (mm)	-0,453**	-0,465**	-0,206	-0,294	-0,306*	-0,505**	-0,135	-0,341	-0,010	0,096	0,499	-0,556*	-0,363*	-0,600**
Σ 8 pliegues (mm)	-0,339*	-0,316*	0,132	0,196	-0,152	-0,359*	0,351	0,192	-0,210	-0,088	0,638*	-0,077	-0,300	-0,392
Brazo relajado (mm)	0,122	0,012	0,288	0,531**	0,168	0,064	0,578**	0,633**	0,215	0,114	0,761**	-0,361	<0,001	0,262
Brazo contraído (mm)	0,153	0,111	0,360	0,615**	0,212	0,121	0,614**	0,704**	0,565**	0,217	0,777**	-0,386	-0,032	0,385
Muslo máximo (mm)	-0,118	-0,081	0,377	0,583*	-0,018	-0,018	0,618*	0,731**	0,424*	0,089	0,779**	-0,186	0,109	0,600
Pierna máximo (mm)	0,103	0,088	0,190	0,268	0,079	0,004	0,413*	0,389	0,508*	0,076	0,393	-0,714	0,224	0,070
Tórax (mm)	0,281	0,271	0,532*	0,766**	0,257	0,335	0,907**	0,738**	0,435*	0,184	0,640*	-0,286	0,328	0,433
Muñeca (cm)	0,287	0,303*	0,577**	0,587**	0,135	0,240	0,587**	0,547**	0,482	-0,024	0,107	-0,214	0,385*	0,055
Humero (cm)	0,166	0,216	0,313	0,335	0,076	0,252	0,460*	0,351	0,508*	0,234	0,235	-0,237	0,353*	0,125
Fémur (cm)	-0,271	-0,274	0,106	0,061	-0,467**	-0,283	0,260	0,184	0,508*	0,302	0,212	-0,152	0,178	-0,171
Biacromial (cm)	0,471**	0,486**	0,279	0,446*	0,410**	0,423**	0,504**	0,483**	-0,094	0,180	-0,757**	0,321	0,309	0,136
Biileocrestal (cm)	0,392**	0,509**	0,287	0,473**	0,360**	0,492**	0,455*	0,495**	0,550**	0,202	0,229	-0,472	0,227	-0,335
Endomorfa	-0,287	-0,267	0,035	0,145	-0,142	-0,310*	0,246	0,135	0,451*	0,297	0,442	-0,460	-0,064	0,350
Mesomorfa	-0,282	-0,243	0,101	0,254	-0,279	-0,191	0,149	0,287	0,297	0,151	0,682**	-0,307	-0,245	-0,515
Ectomorfa	0,322*	0,220	-0,256	-0,578**	0,235	0,218	-0,617**	-0,551**	0,299	0,323	0,018	-0,089	0,024	-0,209
Masa grasa (kg)	-0,258	-0,197	0,148	0,221	-0,149	-0,276	0,395	0,252	-0,403	-0,281	-0,446	0,171	-0,154	-0,344
% Masa grasa	-0,384*	-0,348*	-0,131	-0,165	-0,228	-0,434**	-0,017	-0,462*	0,334	0,062	0,811**	-0,275	-0,443**	-0,684*
Masa muscular esquelética (kg)	0,309*	0,247	0,248	0,293	0,291	0,281	0,433*	0,381	0,041	0,001	0,611*	-0,214	0,276	-0,243
% Masa muscular esquelética	0,029	-0,092	0,079	0,148	0,220	-0,112	0,146	0,250	0,582**	0,143	0,793**	-0,286	-0,110	-0,127
Masa ósea (kg)	0,257	0,229	0,432*	0,472*	0,059	0,216	0,636**	0,557**	-0,428*	-0,210	0,504	-0,036	0,346	0,018
% Masa ósea	0,034	-0,009	-0,213	-0,496*	-0,217	-0,032	-0,580**	-0,530**	0,522**	0,170	0,725**	-0,482	0,084	-0,251

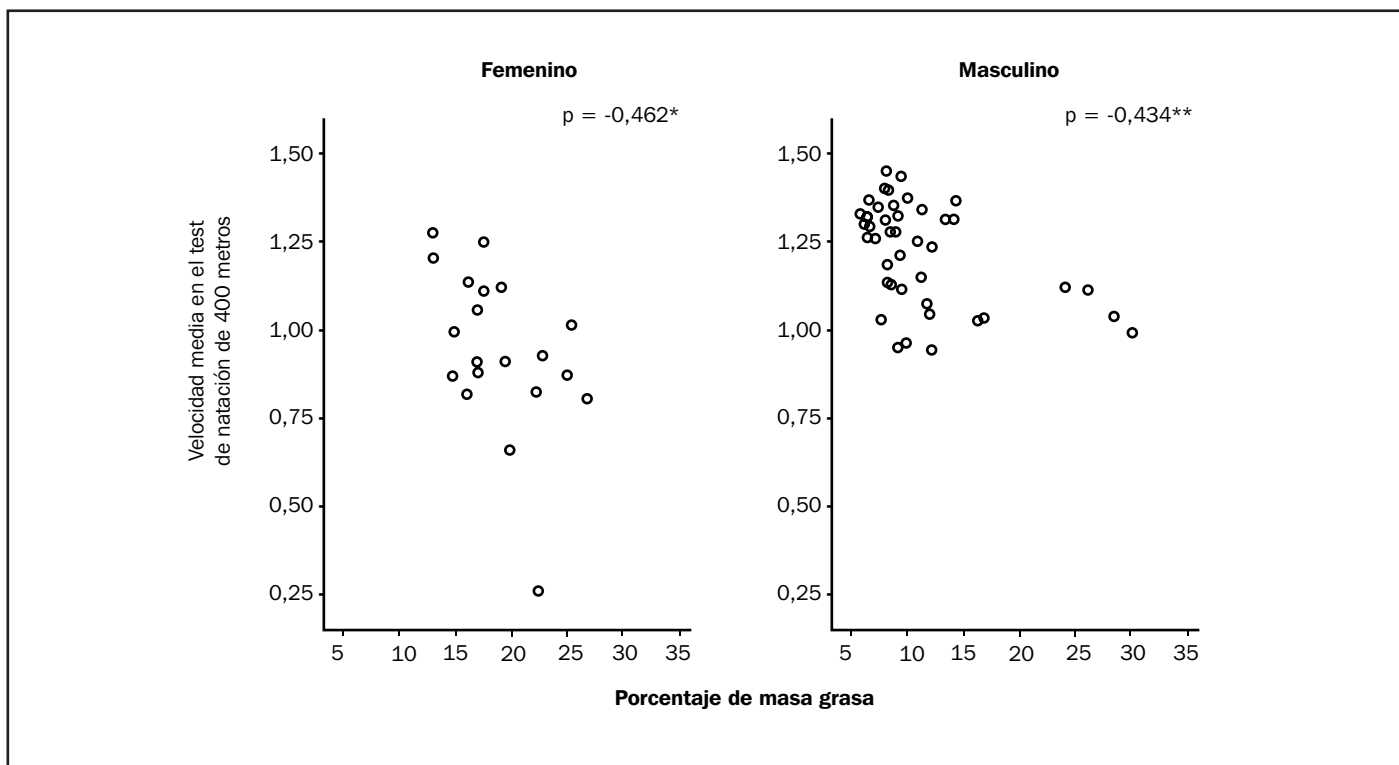
Masc: masculino; Fem: femenino; FC: frecuencia de ciclo; LC: longitud de ciclo; VM: velocidad media; PC: potencia crítica; PCrel: potencia crítica relativa al peso.

*p<0,05; **p<0,01.

y el rendimiento en ciclismo en triatletas élite junior y senior, a pesar de que este estudio se realizó en un momento en el que el drafting no estaba permitido. En chicas, los pliegues del bíceps y del muslo se correlacionaron negativamente con la potencia crítica relativa al peso. Aunque algunos estudios correlacionan el bajo porcentaje de grasa con el rendimiento en ciclismo³¹, puede que en triatlón no se observe este efecto en adolescentes, debido a que la mayoría de triatlones se realizan en llano y con *drafting* y la importancia del tejido grasa en

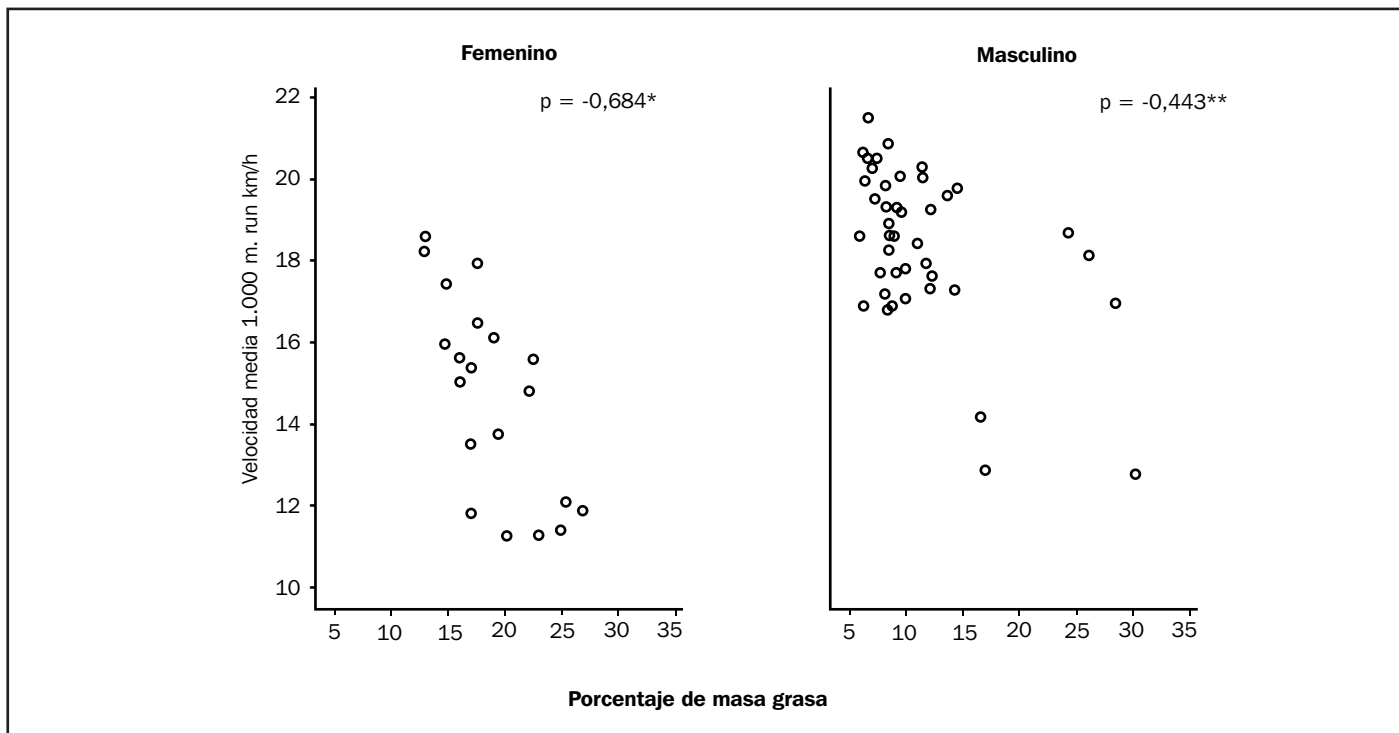
esta disciplina no sea tan relevante en este segmento. No obstante, los mayores valores de correlación en la potencia crítica absoluta del test de ciclismo se encontraron con las medidas básicas, especialmente con la masa corporal en chicos y chicas. Parece razonable que un mayor peso del triatleta facilite un mayor valor de potencia crítica absoluta. Sin embargo, no se sabe cómo afecta esto al rendimiento global en competición, por eso se discute más ampliamente la potencia crítica relativa al peso del triatleta, siendo la forma más fiable y válida³².

Figura 2. Relación entre el porcentaje de masa grasa del triatleta y la velocidad media en el test de natación de 400 metros según sexo.



ρ coeficiente de correlación de rangos de Spearman; * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$.

Figura 3. Relación entre el porcentaje de masa grasa del triatleta y la velocidad media en el test carrera de 1.000 metros según sexo.



ρ coeficiente de correlación de rangos de Spearman; * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$.

En el test de carrera, el porcentaje de grasa se correlacionó negativamente con el rendimiento, especialmente los pliegues observados en el tríceps, bíceps, abdomen y pierna. Estos pliegues, destacablemente, son lo más sensibles al entrenamiento y la dieta³³. A pesar de que en este trabajo no se recogieron datos relacionados con la frecuencia y longitud de zancada, los resultados de los test de rendimiento en carrera a pie del presente trabajo en jóvenes triatletas no se relacionan con los resultados observados en adultos⁸, donde los triatletas más altos, tenían un mejor rendimiento global en triatlón por una mayor longitud de zancada.

Finalmente, se destacan como limitaciones del estudio que no se consideró el momento madurativo de los triatletas siendo éste de especial importancia para la obtención de conclusiones más sólidas, dados los resultados del presente trabajo. Además, el diseño del estudio no consideró otros factores que condicionan el desarrollo del talento deportivo tales como: factores psicológicos, sociales, edad relativa, etc.

Conclusiones

Los entrenadores y seleccionadores deportivos deberían considerar este estudio para su tarea diaria, considerando lo siguiente para jóvenes triatletas en fase de crecimiento:

- El factor envergadura favorece el rendimiento en natación, por lo que la comparación de dos sujetos en distintos estados madurativo producirá la pérdida de talento deportivo.
- El porcentaje de masa grasa es un factor determinante para el rendimiento en triatlón, también en jóvenes, lo que sugiere una buena formación y educación de hábitos alimenticios saludables y equilibrados para el control del peso óptimo individual.
- El momento madurativo del individuo vuelve a ser determinante, ya que el pico máximo de crecimiento establecerá un punto de inflexión con cambios significativos en las proporciones y somatotipo del deportista. Por eso, los entrenadores de jóvenes triatletas deben conocer y aplicar la fórmula validada para el cálculo del Pico Máximo de Crecimiento con un error estándar de ± 12 meses.
- Parece que el rendimiento en ciclismo, especialmente la potencia crítica relativa al peso, es el menos sensible al efecto de las características antropométricas, puede que debido a las distancias más cortas o al efecto del drafting, aunque no por ello menos importante para un buen resultado global.

Conflicto de intereses

Los autores no declaran conflicto de intereses alguno.

Bibliografía

1. Cejuela-Anta R, Pérez-Turpin JA, Villa-Vicente JG, Cortell-Tormo JM, Rodríguez-Marroyo JA. An analysis of performance factors in sprint distance triathlon. *J Human Sport Exerc*. 2008;2:1-25.
2. Sleivert GG, Rowlands DS. Physical and physiological factors associated with success in the triathlon. *Sports Med*. 1996;22:8-18.
3. Canda AS, Castiblanco LA, Toro AN, Amestoy JA, Higuera S. (2014) Características morfológicas del triatleta según sexo, categoría y nivel competitivo *Apunts Med Esport*. 2014;49:75-84.
4. Lepers B, Knechtel B, Stapley PJ. Trends in triathlon performance: effects of sex and age. *Sports Med*. 2013;43:851-63.
5. Ackland, TR, Blanksby BA, Landers G, Smith D. Anthropometric profiles of elite triathletes. *J Sci Med Sport*. 1998;1:52-6.
6. Guillén L, Mielgo-Ayuso J, Norte-Navarro A, Cejuela R, Cabañas MJ, Martínez-Sanz JM. Composición corporal y somatotipo en triatletas universitarios. *Nutr Hosp*. 2015;32:799-807.
7. Pion J, Segers V, Fransen J, Debuyck G, Deprez D, Haerens L, et al. Generic anthropometric and performance characteristics among elite adolescent boys in nine different sports. *Eur J Sport Sci*. 2015;15:357-66.
8. Landers GJ, Blanksby BA, Ackland TR. The relationship between stride rates, lengths, and body size and their effect on elite triathletes' running performance during competition. *Int J Exerc Sci*. 2011;238-46.
9. Landers GJ, Blanksby BA, Ackland TR, Smith D. Morphology and performance of world championship triathletes. *Annals of human biology*. 2000;27:387-400.
10. Moreira MF, Morais JE, Marinho DA, Silva AJ, Barbosa TM, Costa, MJ. Growth influences biomechanical profile of talented swimmers during the summer break. *Sports Biomechanics*. 2014;13:62-74.
11. Saunders PU, Pyne DB, Telford RD, Hawley JA. Factors affecting running economy in trained distance runners. *Sports Med*. 2004;34:465-85.
12. Esparza-Ros F, Vaquero-Cristóbal R, Marfell-Jones M. *Protocolo Internacional para la valoración antropométrica (ISAK)*. Murcia. Universidad Católica de Murcia; 2019.
13. Slaughter M, Lohman T, Boileau R, Horswill C, Stillman R, Van Loan M, et al. Skinfold equation for estimation of body fatness in children and youth. *Hum Biol*. 1988;60:709-23.
14. Rocha M. S. L. Peso ósseo do brasileiro de ambos os sexos de 17 a 25 anos. *Arquivos de Anatomia e Antropologia*. 1975;1:445-51.
15. Poortmans J, Boisseau N, Moraine J, Moreno-Reyes R, Goldman S. Estimation of total-body skeletal muscle mass in children and adolescents. *Med Sci Sports Exerc*. 2005;37:316-22.
16. Cabañas-Armasilla M, Esparza-Ros F. *Compendio de cineantropometría*. Madrid: CTO Editorial; 2010.
17. Borg G. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc*. 1982;14:377-81.
18. Borg G, van den Burg M, Hassmen P, Kaijser L, Tanaka S. Relationships between perceived exertion, HR and HLa in cycling, running and walking. *Scan J Sports Sci*. 1987;9:69-77.
19. Bottoni A, Gianfelici A, Tamburri R, Faina M. Talent selection criteria for olympic distance triathlon. *J Human Sport Exerc*. 2011;6:293-304.
20. Chatard JC, Collomp C, Maglischo E, Maglischo C. Swimming skill and stroking characteristics of front crawl swimmers. *Int J Sports Med*. 1990;11:156-61.
21. Burnley M, Doust JH, Vanhatalo A. A 3-min all-out test to determine peak oxygen uptake and the maximal steady state. *Med Sci Sports Exerc*. 2006;38:1995-2003.
22. Barker AR, Bond B, Toman C, Williams CA, Armstrong N. Critical power in adolescents: physiological bases and assessment using all-out exercise. *Eur J Appl Physiol*. 2012;112:1359-70.
23. Díaz FJ, Montaña JG, Melchor MT, Humberto J, Tovar JA. Validación y confiabilidad de la prueba aeróbica de 1000 metros. *Rev Invest Clin*. 2000;52:44-51.
24. Lätt E, Jürimäe J, Mäestu J, Purge P, Rämson R, Haljaste K, et al. Physiological, biomechanical and anthropometrical predictors of sprint swimming performance in adolescent swimmers. *J Sports Sci Med*. 2010;9:398-404.
25. Morais JE, Silva AJ, Marinho DA, Lopes VP, Barbosa TM. Determinant factors of long-term performance development in young swimmers. *Int J Sports Physiol Perform*. 2017;12:198-205.
26. Sammoud S, Nevill AM, Negra Y, Bouguezzi R, Chaabene H, Hachana Y. 100-m breaststroke swimming performance in youth swimmers: The predictive value of anthropometrics. *Pediatr Exerc Sci*. 2018;30:393-401.
27. Mirwald RL, Baxter-Jones AD, Bailey DA, Beunen GP. An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Med Sci Sports Exerc*. 2002;34:689-94.
28. Hernández-Camacho JD, Huelva-Leal AB, Martínez-Sanz JM, Lahoz-Ruano MD, Vázquez-Carrión J. Peak height velocity and muscle mass in young soccer players *Rev Esp Nutr Hum Diet* 2018;22:219-26.
29. Sherar LB, Mirwald RL, Baxter-Jones AD, Thomis M. Prediction of adult height using maturity-based cumulative height velocity curves. *J Pediatr*. 2005;147:508-14.
30. Kovárová L, Kovár K. Verification of the model of predisposition in triathlon structural model of confirmative factor analysis. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis Gymnica*. 2012;42:27-38.
31. Pons V, Riera J, Galilea PA, Drobnic F, Banquells M, Ruiz O. Características antropométricas, composición corporal y somatotipo por deportes Datos de referencia del CAR de San Cugat, 1989-2013. *Apunts Med Esport*. 2015;50:65-7
32. Allen H, Coogan A. *Entrenar y competir con potenciómetro*. Barcelona: Paidotribo 2014
33. Calbet J, Ortega F, Dorado C, Armegol O, Sarmiento L. Valoración antropométrica en ciclistas de alto nivel Estudio de una temporada. *Arch Med Deporte*. 1993;10:127-32.